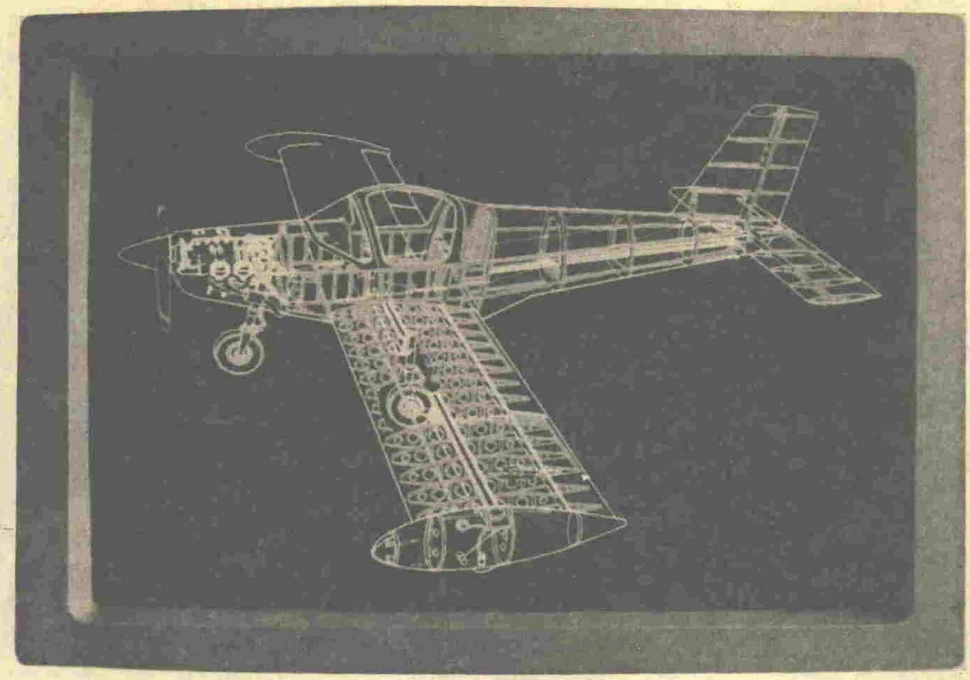


ไมโครคอมพิวเตอร์กับงานคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (CAD)

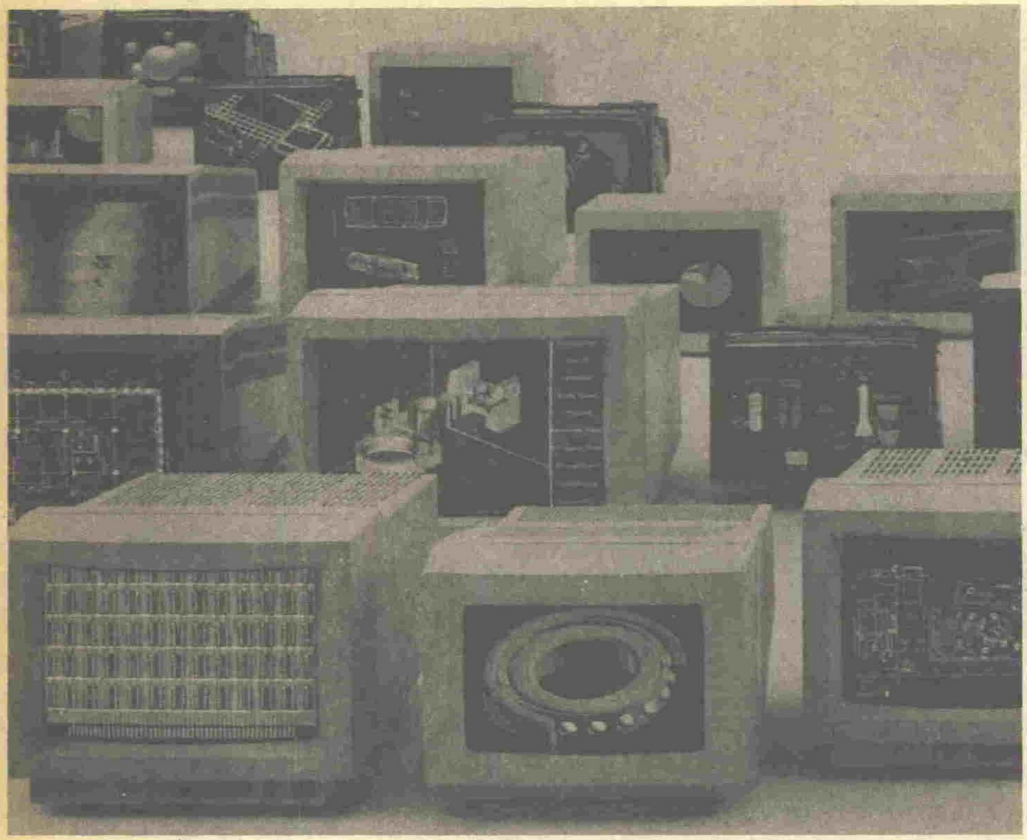
กองบรรณาธิการ

ในสมัยที่ไมโครคอมพิวเตอร์ได้ย่างเข้าสู่วงการคอมพิวเตอร์ หลายต่อหลายคนที่อยู่ในวงการคอมพิวเตอร์ไม่เคยคาดคิดมาก่อนว่า ไมโครคอมพิวเตอร์จะมีบทบาทการใช้งานที่รวดเร็วเช่นนี้ ในยุคแรกที่ไอบีเอ็มแนะนำเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC โครงสร้างการทำงานทางฮาร์ดแวร์ก็สนับสนุนกับงานทางด้านตัวอักษรเป็นหลัก การแสดงผลทางด้านกราฟิกอยู่ในวงจำกัด ความละเอียดของการแสดงผลก็มีน้อย จำนวนสีที่แสดงผลก็ทำได้เพียง 4 สีเท่านั้น(ในโหมด CGA) เพียงไม่กี่ปีผ่านไป วิวัฒนาการของไมโครคอมพิวเตอร์ทำได้ดีขึ้น ความต้องการใช้ซอฟต์แวร์ประยุกต์ที่มีขีดความสามารถสูงขึ้น จึงทำให้ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ต้องแข่งขันกันอย่างมาก ประจวบกับตลาดผู้ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นตลาดที่กว้างขวางใหญ่โตยิ่งนัก ผู้ผลิตซอฟต์แวร์บนมินิคอมพิวเตอร์ระดับใหญ่จึงต้องสร้างซอฟต์แวร์ที่วิ่งได้บนพีซีด้วย ไมโครคอมพิวเตอร์จึงไม่ได้จำกัดการใช้งานอีกต่อไปแล้ว จนมีผู้กล่าวว่า การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ให้ผลตอบแทนต่อการลงทุนสูงมาก

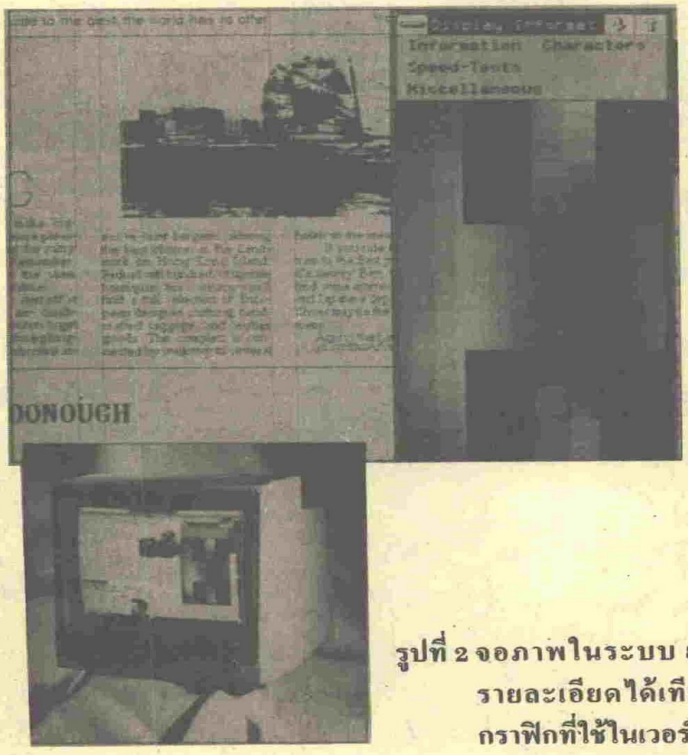
เมื่อไมโครคอมพิวเตอร์มีขีดความสามารถทางด้านความเร็วการคำนวณสูงขึ้น โดยเปลี่ยนโครงสร้างของซีพียูจาก 8088 เป็น 80286 และ 80386 ขีดความสามารถเชิงคำนวณเร็วขึ้นกว่าเดิมกว่า 20 เท่า การแสดงผลบนจอภาพก็ได้พัฒนาให้แสดงได้ละเอียดและมีจำนวนสีมากขึ้น เช่น มาตรฐาน VGA และนี่เองเป็นจุดที่ไมโครคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในเรื่อง คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบมากยิ่งขึ้น

VGA ความหวังของชาวแคดที่เป็นจริง

การที่บริษัทไอบีเอ็มได้พัฒนา IBM PS/2 ขึ้นมาและใช้กับมาตรฐาน



รูปที่ 1 การแสดงผลกราฟิกบนจอ VGA ทำให้งานแคดด์บนไมโครคอมพิวเตอร์สมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น



รูปที่ 2 จอภาพในระบบ 8514 ที่ให้รายละเอียดได้เทียบเท่ากับจอกราฟิกที่ใช้ในเวอร์กสเตชัน

การแสดงผล ...raphic Array) นั...ความก้าวหน้าในเรื่องระบบแสดงผลครั้งใหญ่ครั้งหนึ่งของพีซี VGA ที่กล่าวถึงนี้ได้ให้ทั้งรายละเอียดที่สูงขึ้นจากเดิมมาก และยังสามารถแสดงสีได้ดีอีกด้วย ตามมาตรฐานของ VGA จะแสดงผลได้ 640×480 จุดในโหมด 16 สี หรือ 320×200 จุดในโหมด 256 สี และเมื่อเพิ่มหน่วยความจำแสดงผลขึ้นไปเป็น 512 กิโลไบต์ จะทำให้แสดงผลได้ถึง 1024×768 จุดในโหมด 16 สี หรือ 800×600 จุดในโหมด 256 สี ซึ่งนับว่าแสดงผลได้พอเพียงกับงานในระดับแคดที่มีในมินิคอมพิวเตอร์หรือเวอร์กสเตชันแล้ว

สิ่งที่เหนือไปกว่านั้นคือ โครงสร้างของฮาร์ดแวร์ของ VGA ยังทำงานได้ในโหมดอื่นที่เคยมีมาก่อน เช่น EGA, เฮอร์คิวลิส, CGA หรือโมโนโครม กล่าวคือ VGA จะอีมูเลตการทำงานในโหมดอื่นได้เป็นอย่างดี

VGA ระบบ 8514 จะทำให้พีซีกลายเป็นเวอร์กสเตชัน

เพื่อให้พีซีทำงานในโหมดกราฟิกความละเอียดขนาด 1024×768 จุดนั้น ไอบีเอ็มได้พัฒนาระบบการแสดงผลแบบ 8514 ซึ่งจะเป็นก้าวที่สำคัญสำหรับงานทางด้านแคด ระบบ 8514 จึงเป็นก้าวครั้งสำคัญที่จะทำให้พีซีทำงานทางด้านกราฟิกได้ โดยผู้ใช้ไม่ต้องเรียกร้องเพิ่มอีก ระบบ 8514 นี้จะทำงานร่วมกับระบบ VGA เดิมได้เป็นปกติ ดังนั้นซอฟต์แวร์ในระบบ 640×480 จุดก็จะยังคงใช้ได้ การใช้จอภาพจะต้องมีแบนด์วิดธ์สูงกว่าเดิมอีกมาก โดยระบบ 8514 นี้จะต้องใช้กับจอภาพที่มีแบนด์วิดธ์สูงถึง 44 เมกะเฮิรตซ์

หนทางบนพีซีในเรื่อง CADD

แต่เดิมของการใช้คอมพิวเตอร์ในยุคของมินิ-เมนเฟรมนั้น ผู้ใช้ต้องเขียนโปรแกรม แต่ต่อมายุคไมโคร เรารู้จักกับโลตัส 123 ว่าเป็นโปรแกรมที่ใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพได้ยอดเยี่ยมจนเป็นที่ยอมรับของหมู่ผู้ใช้ทุกคน ในทำนองเดียวกันเรารู้จักกับเวิร์ดโปรเซสเซอร์และดีเบสในฐานะโปรแกรมที่สำคัญและให้ประโยชน์อย่างใหญ่หลวง

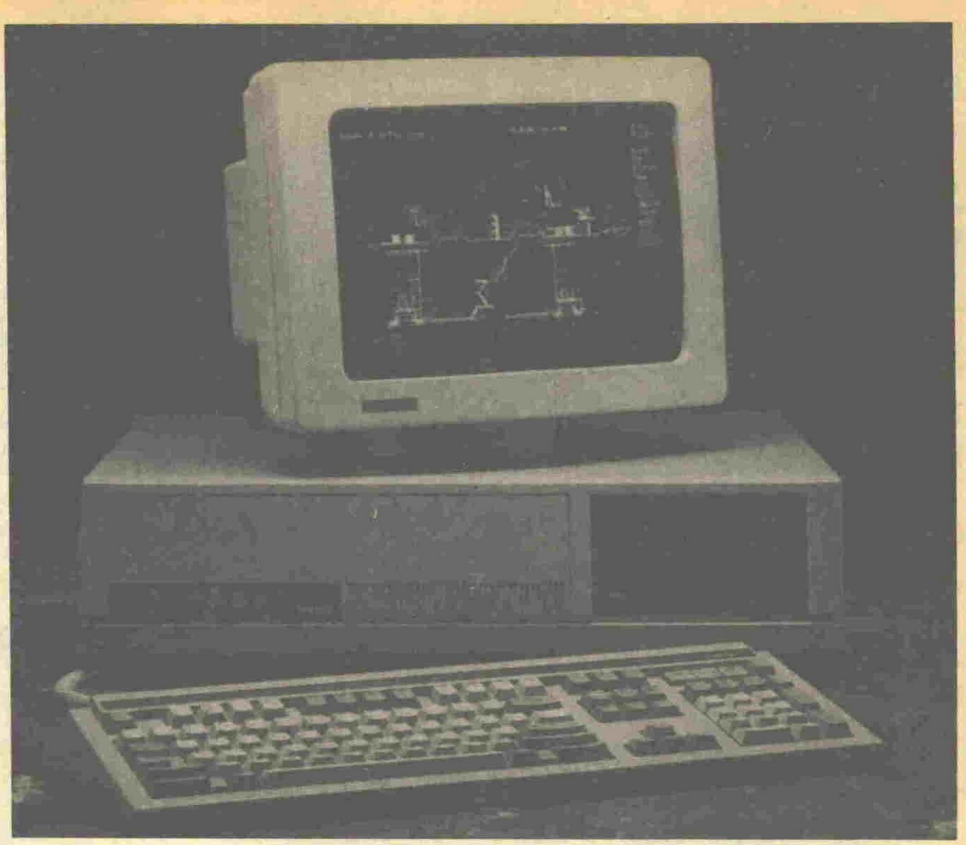
เช่นเดียวกันกับแคดค์...แคดค์ที่เป็นกลุ่มของโปรแกรมที่จัดว่าจะมีบทบาทและความจำเป็นต่อผู้ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ด้วยเช่นกัน แคดค์จะเป็นโปรแกรมยอดนิยมเช่นเดียวกับโลตัส เวิร์ดโปรเซสเซอร์ และดีเบส

CADD คืออะไร

แคดค์ (CADD) เป็นคำย่อของคำว่า Computer Aided Drafting and Design โปรแกรมแคดค์จะช่วยให้เราร่างรูปภาพพีซีได้โดยสะดวก ช่วยนักเขียนแบบเขียนรูปหรือแบบงานทางด้านวิศวกรรมและสถาปนิกได้อย่างดี หรือแม้แต่ผู้ใช้ทั่วไปที่อยากจะตีตารางทำกรอบ หรือเขียนภาพเล็ก ๆ น้อย ๆ ก็ทำได้ง่าย

แคดค์จึงเหมือนกับโปรแกรมเขียนรูปภาพที่เราเคยเห็นกันมาแล้วบนเครื่องแมคอินทอช แต่การเขียนภาพจะเป็นไปในเรื่องของงานที่มีรูปแบบเช่นมีสเกลมากกว่าการเขียนรูปภาพด้วยมือแบบปกติ ด้วยโปรแกรมแคดค์เราอาจจะร่างโมเดลเขียนโฟลว์ชาร์ต เขียนแผนผังการจัดทำเฟอร์นิเจอร์ หรือโครงร่างของแผนที่บางอย่างได้โดยง่าย

แคดค์มีขีดความสามารถที่สำคัญหลายอย่าง เช่น การย่อขยายภาพ การเลื่อนภาพ การย้าย การกำหนดสัดส่วน ขีดความสามารถทางการวาดภาพนี้ต้องทำได้เสมือนใช้ปากกาวาดภาพโดยตรง นอกจากนี้เราสามารถเก็บภาพที่เขียนแล้วไว้เป็นไดอารีเพื่อเรียกใช้ในวันหลังได้



รูปที่ 3 โปรแกรมออโต้แคดเป็นโปรแกรมในกลุ่มแคดค์ยอดนิยมโปรแกรมหนึ่ง

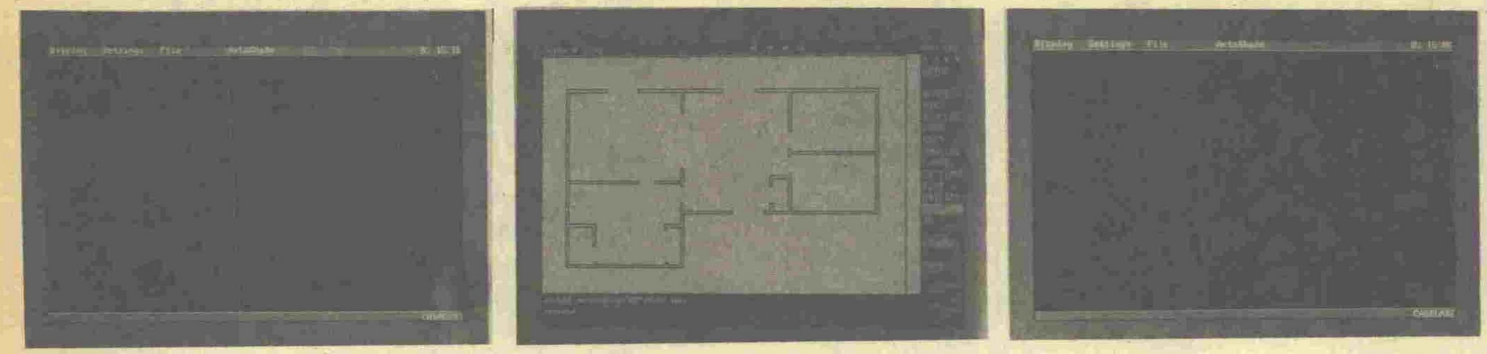
แคดค์เป็นโปรแกรมที่ต้องอาศัยการแสดงผลแบบกราฟิก ดังนั้นจอภาพที่แสดงผลแบบกราฟิกจึงมีความจำเป็น และถ้าเป็นไปได้การแสดงผลลัพธ์ออกทางพล็อตเตอร์จะทำให้คุณภาพของงานยิ่งดีขึ้น ปัจจุบันมีโปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านแคดค์เป็นจำนวนมาก

ออโต้แคด (AutoCAD) โปรแกรมแคดค์ที่ก้าวล้ำอย่างรวดเร็ว

ในบรรดาโปรแกรมแคดค์รุ่นแรกบนพีซีที่มีชื่อเสียงและรู้จักกันเป็นอย่างดีเห็นจะไม่มีโปรแกรมใดเทียบเท่าได้กับโปรแกรมออโต้แคด (AutoCAD) บริษัทออโต้เดสก์ได้เริ่มนำผลิตภัณฑ์ออโต้แคดเวอร์ชันแรกออกเสนอขายในปี 1982 หลังจากที่บริษัทไอบีเอ็มได้เสนอเครื่องพีซีได้หนึ่งปี โปรแกรมออโต้แคดเป็นโปรแกรมที่มีการพัฒนารุ่นไปอย่างรวดเร็วมาก ซึ่งจากเดิมเวอร์ชันแรก เพียง 2-3 ปีได้ออกรุ่นเวอร์ชัน 9 และปัจจุบันเป็นเวอร์ชัน 10

ปัจจุบันโปรแกรมออโต้แคดมีขีดความสามารถทำงานได้ทั้งรูป 2-D หรือ 3-D การหมุนรูป การเรียกไลบรารี่ทางด้านการออกแบบทางสาขาต่าง ๆ มาใช้ได้มาก มีแม้กระทั่งวงจรทางด้านไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ไว้ให้นักอิเล็กทรอนิกส์เขียนวงจรได้โดยง่าย

เพื่อให้การใช้งานรูปภาพที่ออกแบบโดยออโต้แคดได้ง่าย บริษัทออโต้เดสก์ได้พัฒนาโครงสร้างแฟ้มข้อมูลรูปภาพที่ชื่อ .DXF (Drawing exchange file) ซึ่งเป็นไฟล์กลางที่ไว้ใช้สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับโปรแกรมอื่น ๆ ได้สะดวกขึ้น จนในปัจจุบันแม้แต่โปรแกรมเวิร์ดโปรเซสเซอร์ เช่น เวิร์ดเพอเฟค (Word Perfect) เวอร์ชัน 5 ก็มีขีดความสามารถในการใช้ไฟล์ของ



รูปที่ 4 การสร้างแบบแปลนแบบ 3-D ด้วยโปรแกรมออโต้แคดร่วมกับออโต้เชด ซึ่งเป็นอีกโมดูลหนึ่ง

ออโต้แคดได้ ทำให้สามารถผสมระหว่างข้อความที่เขียนด้วยเวิร์ดโปรเซสเซอร์กับรูปภาพได้อย่างดีเยี่ยม

แคดด์ประเภท 3-D

โปรแกรมทางแคดด์มิได้จำกัดอยู่ที่การแสดงรูปภาพในลักษณะสองได-เมนชัน (2-D) เท่านั้น โปรแกรมแคดด์ส่วนใหญ่มีขีดความสามารถในการวาดรูปแบบ 3-D ได้ทุก ๆ จุดของการวาดจะแทนโคออร์ดิเนต x, y และ z ดังนั้นการมองเห็นภาพจึงต้องมีมุมของสายตามอง ปกติก็สามารถหมุนภาพไปมาโดยตั้งข้อสมมติฐานให้สายตาอยู่ที่เดิมแล้วหมุนรูปภาพไปตามต้องการ ในกรณีนี้โปรแกรมจะต้องคำนวณลักษณะของรูปทรงว่าเส้นใดที่ทับเส้นใด เส้นใดควรให้แสดงเห็น หรือถูกบดบัง

เพื่อให้จินตนาการในรูปแบบ 3-D ลองนึกถึงรูปลูกบาศก์ซึ่งประกอบด้วยเส้นต่อเชื่อมโยงกัน 12 เส้น ดังนั้นในการหมุนไปโปรแกรมจะต้องคำนวณจุดและเส้นใหม่ และวาดภาพให้ตรงกับสิ่งที่เรามอง การทำงานในลักษณะนี้ต้องใช้ความเร็วสูงมาก เพราะหากเราใช้จำนวนเส้นและจุดมากแล้ว การหมุนจะช้าลงมาก

แคดด์ยังให้รูปภาพมีด้านทึบหรือโปร่ง มีการมองแบบ perspective view คือของที่อยู่ไกลจะเห็นเล็กกว่าของที่อยู่ใกล้ การที่เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานตามโปรแกรมแคดด์ได้ เช่น โปรแกรมออโต้เชด (AutoShade) ซึ่งเป็นส่วนที่ Add on บนออโต้แคด สามารถกำหนดด้านทึบ ด้านโปร่ง ทำให้การสร้างภาพมีสัดส่วนหรือจินตนาการได้ดียิ่งขึ้น

ให้ขีดความสามารถในการเขียนแบบแมคโคร

ในการที่จะใช้แคดด์ให้ได้ประสิทธิภาพหรือใช้ให้ตรงกับความต้องการเรามากที่สุด ผู้ออกแบบโปรแกรมสำเร็จรูปแคดด์จึงมักให้ผู้ใช้เขียนคำสั่งขึ้นเองได้ การเขียนคำสั่งขึ้นเองนี้เหมือนกับการใช้แมคโครในโปรแกรมโลตัส 1-2-3 นั่นเอง แต่สำหรับโปรแกรมสำเร็จรูปพวกแคดด์ เช่น ออโต้แคด ก็ให้เราเขียนคำสั่งในรูปแบบแมคโครเช่นกัน แต่ได้สร้างโมดูลไว้เป็นออโต้ลิสป์ คือใช้ภาษาการเขียนแบบภาษาลิสป์ (LISP) เพื่อสร้างไฟล์คำสั่งของตนเองขึ้น

ฮาร์ดแวร์ที่จะใช้กับแคดด์

หากจะใช้งานทางด้านแคดด์ให้ได้ผลจริงแล้วก็ต้องขอแนะนำโครงสร้างของเครื่อง ซึ่งอย่างน้อยต้องเป็น AT ขึ้นไป อาจจะใช้ซีพียู 286 หรือ 386 ก็ได้ ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาไม่ควรจะน้อยกว่า 12 เมกะเฮิรตซ์ ต้องมีฮาร์ดดิสก์ มีกราฟิกการ์ด ถ้าจะให้ดีก็ควรจะเป็น EGA หรือ VGA บางโปรแกรม เช่น ออโต้แคดต้องการใช้โปรเซสเซอร์คณิตศาสตร์ หน่วยความจำก็ต้องไม่ต่ำกว่า 640 กิโลไบต์

สำหรับเครื่องพล็อตเตอร์นั้นดูออกจะแพงอยู่ไม่น้อย ถ้าหากไม่ต้องการทำงานในระดับมืออาชีพ อาจจะใช้เครื่องพิมพ์ดอตแมตริกซ์ได้

โปรแกรมที่จะใช้ในกลุ่มแคดด์มีมากมายหลายโปรแกรม เช่น Auto-CAD, Generic CADD, Drafix I, Microstation-PC, Versa CAD ราคาของซอฟต์แวร์ที่เห็นโฆษณาในวารสารอเมริกันมีค่าอยู่ในช่วง 500-3000 เหรียญ

งานออกแบบสภาพวัตถุจริงในอุตสาหกรรมยุ่งยากขึ้นอีกมาก

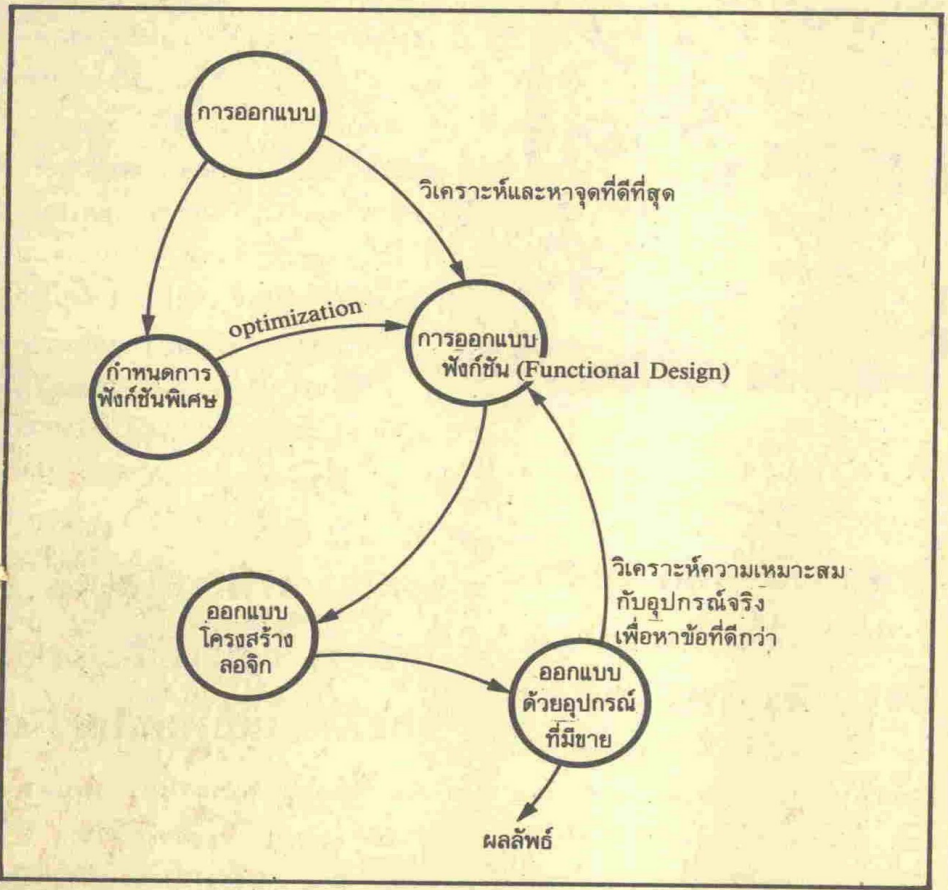
โปรแกรมแคดด์ที่กล่าวถึงแล้วนั้นเป็นการออกแบบรูปทางระยะสั้น แต่งานขึ้นรูปโลหะแบบหล่อพลาสติก หรือโลหะจะประกอบด้วยพื้นผิวโค้งที่มีความหนาบางแตกต่างกัน จนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกลนั้นอาจไม่สามารถแทนด้วยรูปทรงเรขาคณิตหรือสมการทางคณิตศาสตร์ใดได้ อย่างไรก็ตาม การออกแบบชิ้นส่วนพื้นผิวเหล่านั้นจะใช้หลักการแบ่งเป็นกริดเล็ก ๆ เพื่อให้เกิด

การสร้างเป็นส่วนโค้งที่ต้องการได้ ลองพิจารณาจากรูปผิวส่วนโค้งที่ใช้กริดเล็ก ๆ แทน โดยกริดเล็ก ๆ นั้นจะมีพื้นผิวสัมผัสแนวตั้งได้ฉากกับแนวตั้งของส่วนโค้ง ณ ตำแหน่งกริดนั้น

การใช้แคดในงานออกแบบทางอิเล็กทรอนิกส์

ในบรรดาแคดที่ใช้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ และมีโฆษณาขายกันมากอีกกลุ่มหนึ่งคือแคดที่ใช้ในทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ แคดในกลุ่มนี้นับว่ามีราคาแพงมากกลุ่มหนึ่ง แต่เนื่องจากมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ เพราะงานการออกแบบทางด้านอิเล็กทรอนิกส์มีขั้นตอนและต้องใช้เวลามาก แต่หากใช้แคดช่วยแล้วก็จะทำให้งานการพัฒนาแข่งขันกับเวลาได้

รูปที่ 5 การสร้างพื้นผิวในงานชิ้นส่วนอุตสาหกรรมจำเป็นต้องแบ่งเป็นกริดเล็ก ๆ



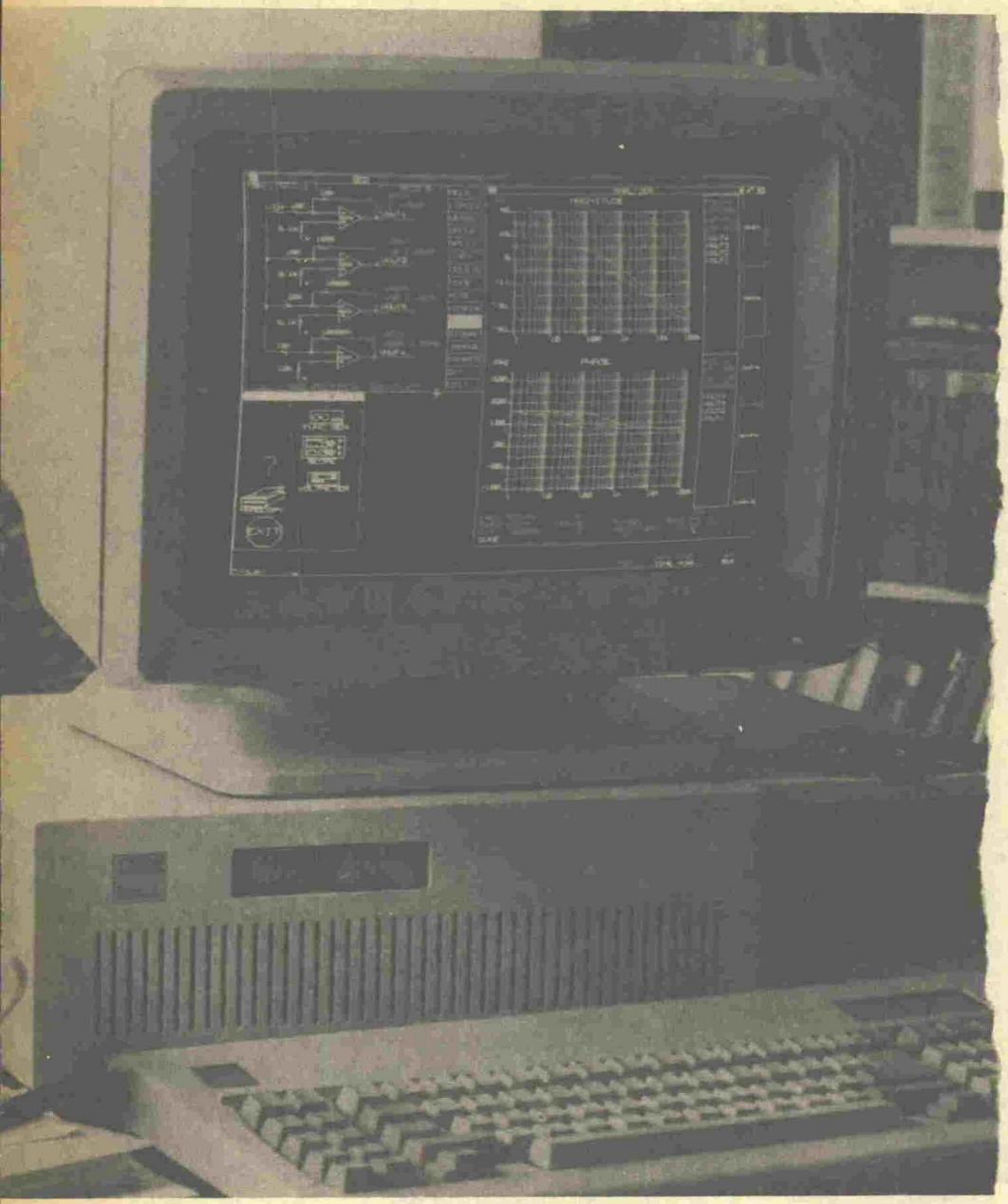
รูปที่ 6 โครงสร้างการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบทางอิเล็กทรอนิกส์

แคดสำหรับออกแบบวงจร

แคดส่วนนี้เป็นส่วนที่ช่วยในการสังเคราะห์วงจร ซึ่งมีทั้งการออกแบบวงจรอะนาลอกและดิจิตอล เช่น โปรแกรมสไปรต์ เป็นโปรแกรมใช้ในการวิเคราะห์และสังเคราะห์วงจรตามความต้องการของผู้ออกแบบ

การใช้แคดจะทำให้การออกแบบวงจรเป็นไปอย่างดีที่สุด ทั้งทางด้านการประหยัดตัวอุปกรณ์ และสภาวะการทำงานของวงจรที่เชื่อถือได้ การแก้ปัญหาบางอย่างที่มีจุดต้องตัดสินใจหลายอย่าง โปรแกรมจะช่วยตนออกแบบนี้ได้เป็นอย่างดี

กิจกรรมการออกแบบของอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้โปรแกรมแคดจะเป็นขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 7 ไมโครคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันมีขีดความสามารถพอเพียงกับโปรแกรมการออกแบบบางโปรแกรม เช่น SPRITE

ให้เราเขียนเองหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในลักษณะสัญลักษณ์ของอุปกรณ์นั้น ๆ เช่น ไอซีก็เป็นรูปไอซีมีขาเชื่อมโยงต่อออกไปได้ การเขียนวงจรจะเรียกจากไลบรารี่ได้เลย เช่น ถ้าต้องการเขียนซีพียู 8086 หนึ่งตัวก็เรียกมาจากไลบรารี่ และถ้าต้องการเชื่อมโยงวงจรไฟเลี้ยง โปรแกรมจะเชื่อมโยงให้เองอัตโนมัติ หรือถ้าต้องการต่อสายบัสเป็นจำนวนหลาย ๆ เส้นเข้ากับหน่วยความจำหรืออุปกรณ์อื่นก็ทำได้ง่าย

ขีดความสามารถของโปรแกรมที่ดีในสมัยนี้คือ สามารถนำวงจรที่เขียนในรูปสัญลักษณ์ มาทำการเชื่อมลายทองแดงให้อย่างอัตโนมัติ การจัดวางอุปกรณ์จะให้โปรแกรมจัดวางให้ตามที่กำหนดขนาดของ PCB ก็ได้ หรือผู้ใช้ต้องการกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์ตายตัว การเชื่อมโยงสายจะกระทำแบบอัตโนมัติ (Auto route) และพิมพ์ออกมาบนกระดาษในอัตราขยายเพื่อใช้ทำฟิล์มได้

โปรแกรมออกแบบทางอิเลกทรอนิกส์ที่ใช้งานบนไมโครคอมพิวเตอร์มีหลายโปรแกรม เช่น SMART WORK, protel, EE design, PCAD ฯลฯ

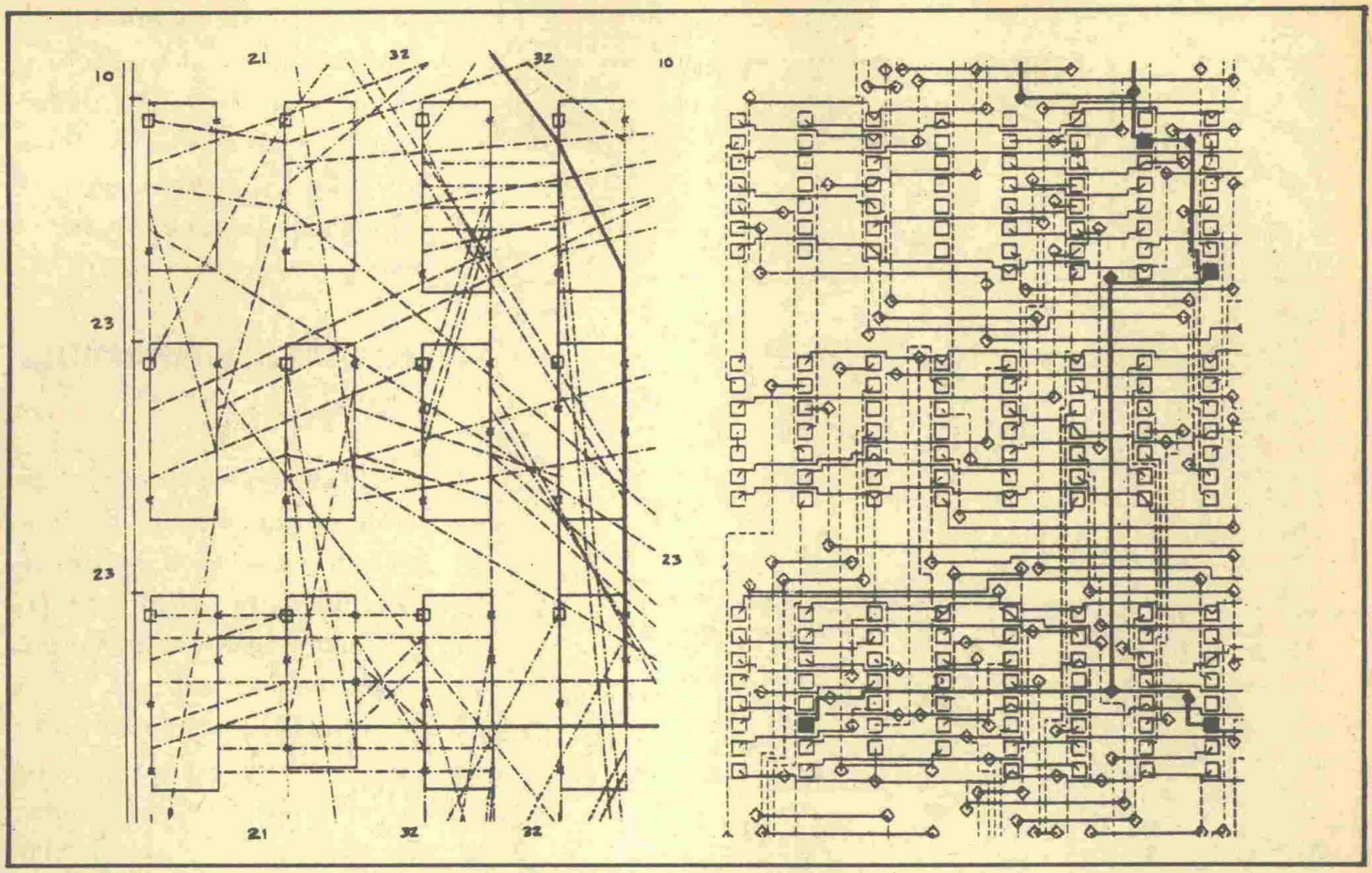
ขีดความสามารถอยู่ที่ไลบรารี่ ซึ่งมีรายละเอียดของไอซีเกือบทุกเบอร์

ในการเขียนวงจรที่ประกอบด้วยไอซีมาตรฐานทั่วไป เช่น ทีทีแอล ซีมอส หรือกลุ่มไมโครโปรเซสเซอร์ ฯลฯ รายละเอียดของอุปกรณ์เหล่านี้จะมีเก็บ

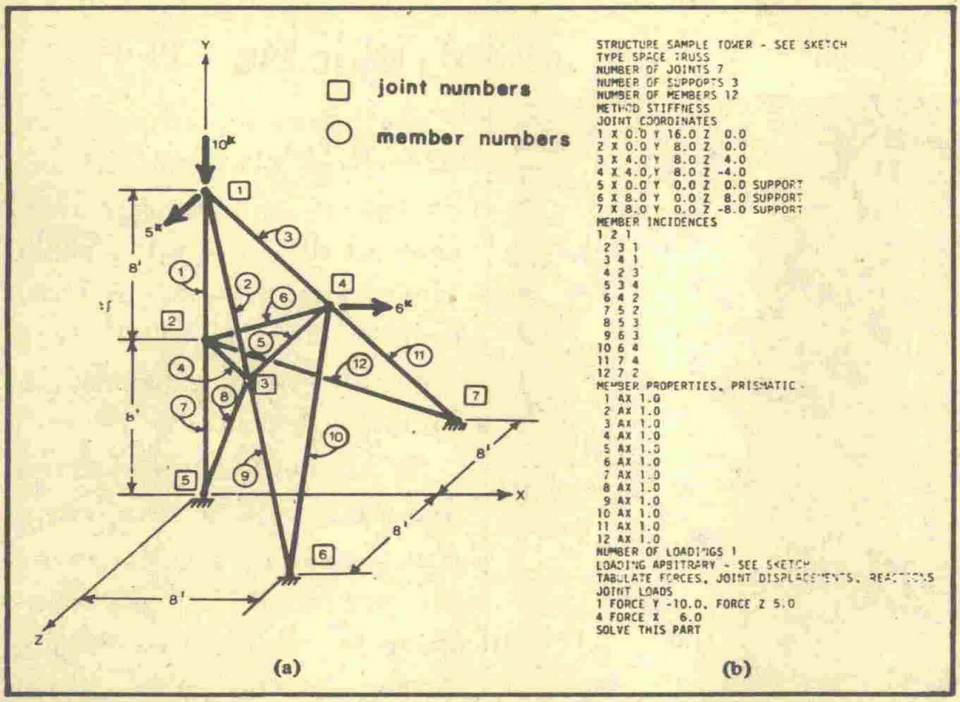
สังเกตว่าการออกแบบจะเริ่มจากการกำหนดความต้องการทาง Specification ก่อน จากนั้นทำการออกแบบที่เรียกว่า Functional design เมื่อได้โครงสร้างหรือบล็อกไดอะแกรมแล้วจึงออกแบบทางลอจิก ขั้นสุดท้ายคือการที่จะใช้อุปกรณ์จริง เช่น ไอซีจริงใส่ลงไป หากมีข้อปรับปรุงให้เหมาะกับอุปกรณ์ก็จะป้อนกลับไปออกแบบใหม่

งานของสิ่งอุตสาหกรรมในเมืองไทยขณะนี้ต้องการออกแบบ PCB

แผ่นวงจรพิมพ์เป็นงานออกแบบที่เชื่อมโยงกับการออกแบบทางวงจร ปัจจุบันมีโปรแกรมแคดช่วยในงานด้านนี้อย่างดีเยี่ยม โดยโปรแกรมเชื่อมโยงการออกแบบอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 8 การทำ Schematic ของวงจรอิเล็กทรอนิกส์และการให้ลากลายเชื่อมแบบอัตโนมัติทำได้ในโปรแกรมบางโปรแกรม เช่น PCAD




```
STRUCTURE SAMPLE TOWER - SEE SKETCH
TYPE SPACE TRUSS
NUMBER OF JOINTS 7
NUMBER OF SUPPORTS 3
NUMBER OF MEMBERS 12
METHOD STIFFNESS
JOINT COORDINATES
1 X 0.0 Y 16.0 Z  0.0
2 X 0.0 Y  8.0 Z  0.0
3 X 4.0 Y  8.0 Z  4.0
4 X 4.0 Y  8.0 Z -4.0
5 X 0.0 Y  0.0 Z  0.0 SUPPORT
6 X 8.0 Y  0.0 Z  8.0 SUPPORT
7 X 8.0 Y  0.0 Z -8.0 SUPPORT
MEMBER INCIDENCES
 1  2  1
 2  3  1
 3  4  1
 4  2  3
 5  3  4
 6  4  2
 7  5  2
 8  5  3
 9  6  3
10  6  4
11  7  4
12  7  2
MEMBER PROPERTIES, PRISMATIC
 1 AX 1.0
 2 AX 1.0
 3 AX 1.0
 4 AX 1.0
 5 AX 1.0
 6 AX 1.0
 7 AX 1.0
 8 AX 1.0
 9 AX 1.0
10 AX 1.0
11 AX 1.0
12 AX 1.0
NUMBER OF LOADINGS 1
LOADING ARBITRARY - SEE SKETCH
TABULATE FORCES, JOINT DISPLACEMENTS, REACTIONS
JOINT LOADS
1 FORCE Y -10.0, FORCE Z 5.0
4 FORCE X  6.0
SOLVE THIS PART
```

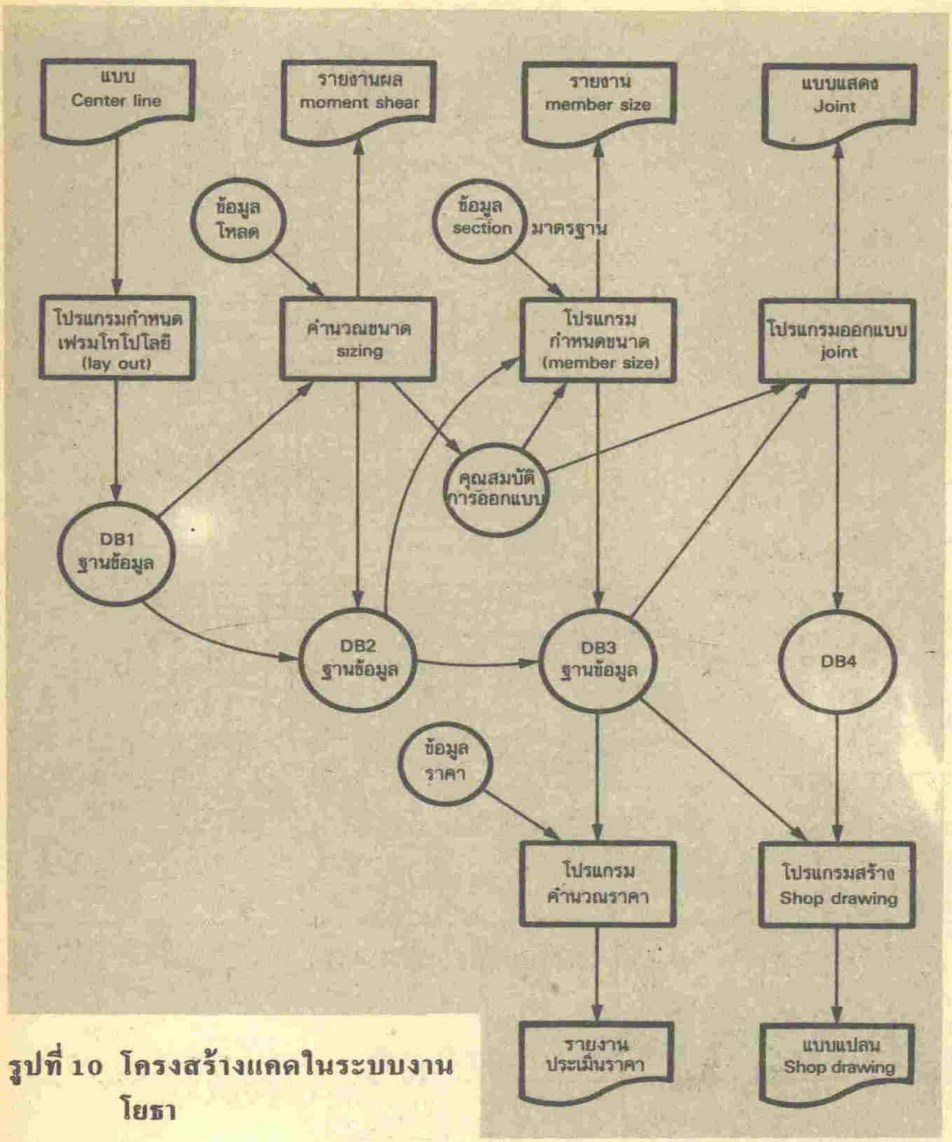
รูปที่ 9 การป้อนข้อมูลโมเดลงานโยธาให้กับคอมพิวเตอร์

ไว้ในไลบรารี่ที่พร้อมจะให้เรียกใช้ได้ทุกขณะ

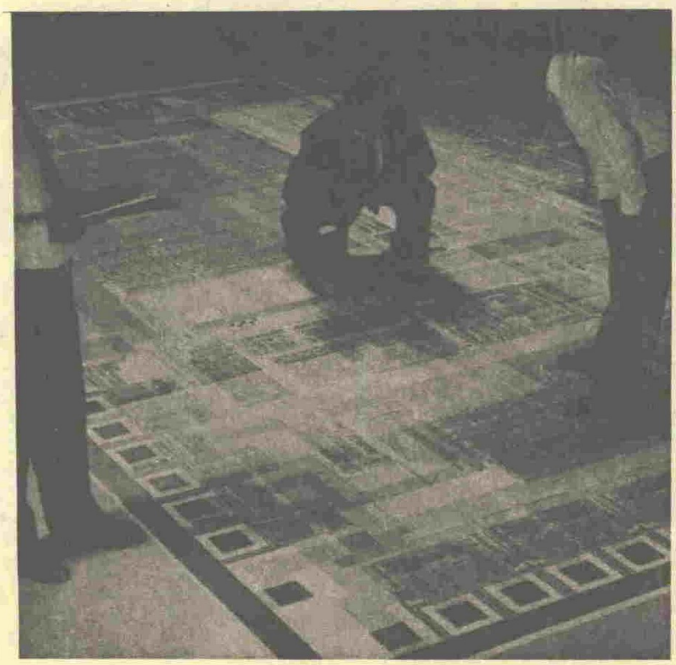
นอกจากนี้ ผู้ใช้สามารถสร้างรายละเอียดของตัวอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นเก็บไว้ในไลบรารี่ของตัวเองก็ได้ เช่น ต้องการเก็บรายละเอียดของแจ็ค หัวต่อ หรืออุปกรณ์พิเศษ เช่น รีเลย์ เป็นต้น

งานโยธา และสถาปัตย ก็เป็นอีกสาขาที่แคดมีบทบาท

งานทางด้านวิศวกรรมโยธาส่วนใหญ่ต้องใช้การคำนวณที่สลับซับซ้อน ดังนั้นจึงมีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการคำนวณตั้งแต่ยุคแรกของการใช้คอมพิวเตอร์ การคำนวณโครงสร้าง



รูปที่ 10 โครงสร้างแคดในระบบงานโยธา



รูปที่ 11 อนาคตของแคดยังไปอีกไกล เพราะแคดช่วยออกแบบวงจรคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ช่วยแคดให้มีความสามารถสูงขึ้น

เหล่านี้จะได้รับการออกแบบเป็นโมเดลเพื่อให้สะดวกต่อผู้ออกแบบ เช่นในรูปที่ 9 เป็นการแสดงให้เห็นถึงวิธีการป้อนข้อมูลจากโมเดลโครงสร้างทางวิศวกรรมโยธา ดังนั้นงานการใช้คอมพิวเตอร์จึงเป็นการสร้างโมเดล และคำนวณตามโมเดล

โครงสร้างการพัฒนาแคดที่ใช้ฐานข้อมูล

ปัจจุบันแคดที่ใช้ในงานวิศวกรรมโยธาและสถาปนิก จำเป็นต้องเชื่อมฐานข้อมูลหลาย ๆ ด้านเข้าด้วยกันเพื่อให้เป็นระบบเบ็ดเสร็จ รูปที่ 10 เป็นตัวอย่างโมเดลของแคดทางด้านวิศวกรรมโยธาที่เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล เพื่อให้รายงานผลได้ในหลายความต้องการ เช่น การแจกแจงรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง ราคา ตลอดจนการวาดแบบเพื่อใช้ในการก่อสร้าง เป็นต้น

อนาคตของแคดยังไปอีกไกล

งานทางด้านวิศวกรรมมีความซับซ้อนยิ่งขึ้น คอมพิวเตอร์จึงเข้ามามีส่วนอยู่มาก งานบางงานซึ่งถ้าใช้คนออกแบบอาจต้องใช้เวลาแรมปี แต่เมื่อใช้คอมพิวเตอร์แล้วอาจใช้เวลาไม่กี่วัน การเล็งเห็นความสำคัญของแคดในระบบงานทางด้านวิศวกรรมและอุตสาหกรรมจึงเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้

ไมโครคอมพิวเตอร์ได้เพิ่มบทบาทของงานในส่วนนี้ได้มาก เพราะขีดความสามารถของการคำนวณและแสดงผลเป็นที่ยอมรับว่าทำได้ดีไม่แพ้มินิคอมพิวเตอร์ในยุคก่อนเลย งานแคดที่ใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์จึงเป็นงานอีกงานหนึ่งที่น่าจับตามอง